



УДК 621.313.17

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ В ЛИНЕЙНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ МАШИНЕ СО ВСТРЕЧНОБЕГУЩИМИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF INFORMATION FUNCTIONS IN LINEAR INDUCTION MACHINE WITH OPPOSITE DIRECTION TRAVELLING MAGNETIC FIELD

Абдуллаев Жахонгир Одашжонович, аспирант каф. «Электротехника и электротехнологические системы», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: zhahongirl@mail.ru. Тел.: +7(922)114-32-37

Коняев Андрей Юрьевич, д-р. техн. наук, профессор каф. «Электротехника и электротехнологические системы», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: a.u.konyaev@urfu.ru. Тел.: +7(912)626-49-80

Abdullaev O. Zhakhongir, Postgraduate student, Department of «Electrical engineering and electrotechnological systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: zhahongirl@mail.ru. Ph.: +7(922)114-32-37

Konyaev Yu. Andrey, Doctor Sc., Prof., Department of «Electrical engineering and electrotechnological systems», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: a.u.konyaev@urfu.ru. Ph.: +7(912)626-49-80

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы и перспективы применения линейных индукционных машин с индуктором, создающим встречнобегущие магнитные поля. Приведены рекомендации по выбору структуры обмоток таких машин.

Abstract: The article deals with problems and prospects of linear induction machines with the primary, establishing the opposite direction travelling magnetic field. Such type of electrical machines primary windings structure is described.

Ключевые слова: линейные индукционные машины; встречнобегущие магнитные поля; электродинамические сепараторы, результаты исследований.

Key words: linear induction machines; opposite direction travelling magnetic fields; electrodynamic separators; research results.

В последнее время получили развитие линейные индукционные машины (ЛИМ) технологического назначения, отличительной особенностью которых является то, что их бегущее магнитное поле оказывает непосредственное воздействие на обрабатываемые электропроводящие материалы и изделия (жидкий металл, металлические детали и изделия, сыпучие материалы и др.). При этом обрабатываемые материалы и изделия выполняют роль вторичного элемента (ВЭ) индукционной машины. В ряде случаев при создании таких машин целесообразно использовать индукторы, обмотки которых создают встречно бегущие магнитные поля. ЛИМ технологического

назначения с такими обмотками могут повысить эффективность реализуемых технологических процессов и позволяют реализовать в них дополнительные функции [1-2]. Примеры обмоток, возбуждающих в ЛИМ встречно бегущие магнитные поля, показаны на рис. 1. Скорости движения магнитных полей зависят от значений полюсного деления τ и частоты f индуктора. При этом в общем случае скорости полей, создаваемых левой и правой секциями обмотки, V_{01} и V_{02} и амплитуды таких полей B_{m1} и B_{m2} могут отличаться. Это позволяет изменять параметры электромагнитного воздействия на обрабатываемые изделия и материалы.

Одной из особенностей рассматриваемых ЛИМ является обязательное разделение обмотки на две части. При параллельном включении частей обмотки и соединении их по схеме «звезда» образуются две нулевые точки, которые можно использовать для организации двухтокового питания ЛИМ, либо наделять машины дополнительными информационными функциями. Ранее на кафедре «Электротехника и электротехнологические системы» Уральского федерального университета разрабатывались ЛИМ, совмещающие силовые и информационные функции. При этом обмотка индуктора, подключаемая через нулевые точки, выполняла роль первичного измерительного преобразователя, и ЛИМ наделялась функциями бесконтактного выключателя, металлоискателя, либо датчика, контролирующего параметры движения ВЭ [3-6]. Один из вариантов реализации таких датчиков показан на рис. 2. Изменение параметров обмотки при изменении положения или скорости ВЭ позволяет сформировать сигнал на нулевых точках обмотки ($N1$ и $N2$). Такой сигнал воспринимается измерительным преобразователем (ИП) - датчиком, который формирует команду управления, передаваемую в блок управления (БУ) для включения (выключения) индуктора, либо изменения режима его работы. В аналоговом варианте совмещенный датчик использует в качестве измерительного сигнала напряжение между нулевыми точками, значение которого зависит от параметров движения ВЭ. Совмещенные датчики, реализованные на дискретных принципах, предполагают подачу в измерительный контур высокочастотного сигнала. При этом напряжение между нулевыми точками обмотки, обусловленное несимметрией ЛИМ, может служить помехой в работе датчика. В данной статье авторы рассматривают не исследованные ранее возможности реализации совмещенных датчиков в ЛИМ со встречно бегущими магнитными полями.

На первой стадии выполнялись экспериментальные исследования на ряде образцов линейных индукторов. Поскольку полученные на разных индукторах результаты в целом согласуются, в статье приводятся данные для одного из них. Индуктор имеет однослойную шаблонную обмотку с двумя секциями, занимающими по половине пазов магнитопровода (по 12), что позволяет легко реализовать две параллельные ветви. Варианты схем обмоток показаны в таблице. Обмотка индуктора ЛИМ по варианту №1 создает бегущее магнитное поле, движущееся в одном направлении. Характеристики такой машины используются как база для сравнения результатов. Схемы по вариантам 2а и 2б, создающие соответственно разбегающиеся и сбегающиеся поля характеризуются тем, что в пазах, расположенных в центре индуктора, уложены катушки одноименных фаз. В вариантах схем 3 и 4 в центральных пазах находятся катушки разноименных фаз.

На рис. 3 представлены результаты измерений напряжения в нулевых точках обмотки индуктора в зависимости от зазора между индуктором и вторичным элементом, в качестве которого использовалась стальная полоса, перекрывающая весь индуктор. Измерения проводились при питании индукторов от стандартной сети переменного тока (380 В, 50 Гц). Во всех случаях на рисунках цифрой 1 отмечены кривые, полученные для случая одностороннего движения поля (вариант 1 таблицы). Цифрами 2 и 3 отмечены зависимости, полученные соответственно для сбегающихся и разбегающихся полей. Справа за пределами координатных сеток показаны уровни напряжения в нулевых точках при отсутствии ВЭ.

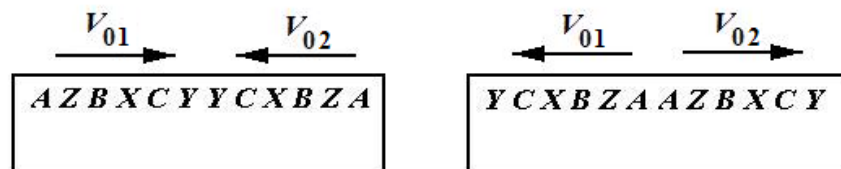


Рис. 1. Линейные индукторы со встречно бегущими магнитными полями:

а – сбегающиеся поля, б – разбегающиеся поля

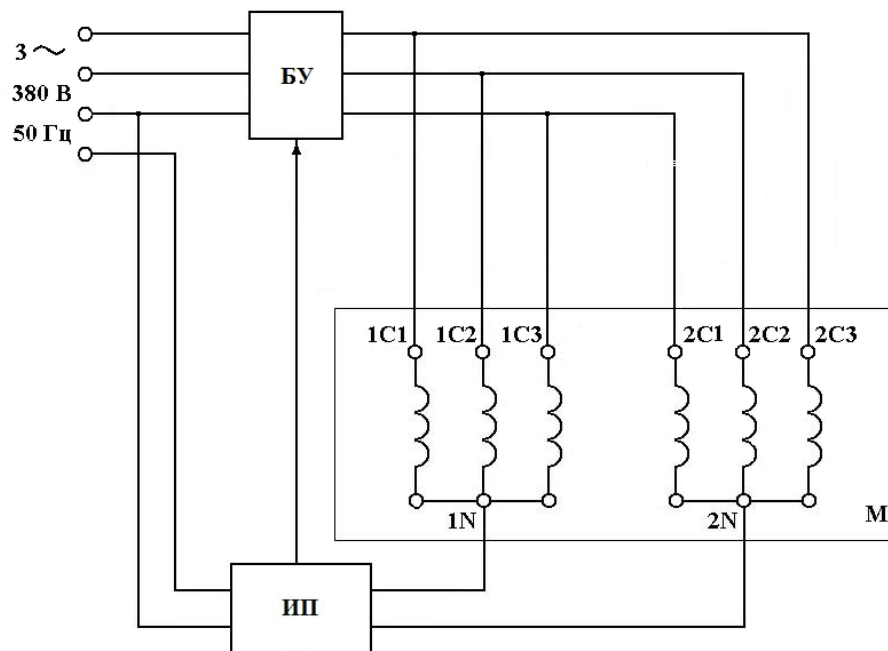


Рис. 2. Схема ЛИМ с совмещенным измерительным преобразователем

Таблица 1

№ варианта	Схема укладки катушек по пазам
1	BBZZAAYYCCXX BBZZAAYYCCXX (движение поля в одном направлении)
2а	BBZZAAYYCCXXAAZZBBXXCCYY (разбегающиеся поля)
2б	AAZZBBXXCCYYBBZZAAYYCCX (сбегающиеся поля)
3а	BBZZAAYYCCXXCCYYAAZZBXX (разбегающиеся поля)
3б	AAZZBBXXCCYYCCXXBBZZAAYY (сбегающиеся поля)
4а	BBZZAAYYCCXXBBXXCCYYAAZZ (разбегающиеся поля)
4б	AAZZBBXXCCYYAAYYCCXXBBZZ (сбегающиеся поля)

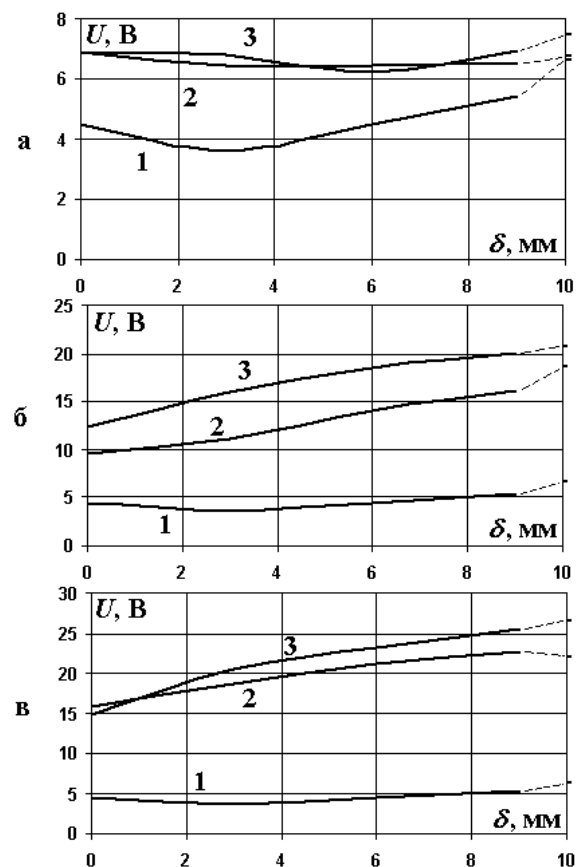


Рис. 3. Зависимости напряжения в нулевых точках: а-в – варианты схем 2-4 (соответственно)

Можно отметить, что напряжения в нулевых точках параллельных ветвей традиционной обмотки с полем одного направления, принятое за базу для сравнения, изменяются на уровне 4-7 В, что составляет 2-3% от напряжения на фазе обмотки (220 В). Эти значения соизмеримы с естественными колебаниями напряжения в сети, что затрудняет реализацию датчиков положения ВЭ (бесконтактных выключателей), построенных на аналоговых принципах. В случаях обмоток, создающих встречно бегущие поля, напряжение в нулевых точках значительно превышает напряжение в нулевых точках базовой обмотки и доходит до 10-13% от напряжения фазы. Исключение составляют варианты 2а и 2б, характеризующиеся тем, что в пазах, расположенных в центре индуктора, уложены катушки одноименных фаз.

Таким образом, выполненные исследования показали, что электромагнитные процессы в индукторах ЛИМ со встречно бегущими полями существенно отличаются от процессов в машинах с обмотками, создающими поле, движущееся в одном направлении. Это обуславливает необходимость дополнительного изучения ЛИМ со встречно бегущими полями, в том числе с целью практической реализации в таких машинах дополнительных информационных функций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перспективы применения линейных индукционных машин со встречно бегущими магнитными полями / Ж.О. Абдуллаев, А.Ю. Коняев, С.Л. Назаров // Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике: материалы II международной НТК. – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2016, с. 194-199.
2. Коняев А.Ю., Назаров С.Л. Особенности электродинамических сепараторов на основе линейных индукторов с разбегающимися магнитными полями // Электротехника, 2013, № 3, с. 62-66.
3. Сарапулов Ф.Н., Коняев А.Ю., Удинцев В.Н. Улучшение характеристик линейного электропривода с эстафетной передачей вторичного элемента // Электрические машины и электромашинные системы: межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: ППИ, 1987, с. 110-113.
4. А. с. 936323 МКИ Н 02 Р 7/62 (СССР). Устройство регулирования и стабилизации скорости ЛАД / В.А. Бегалов, Ю.В. Барышников, Ф.Н. Сарапулов и др. // БИ, 1982, № 22.
5. А. с. 1073865 МКИ Н 02 Р 7/62 (СССР). Линейный электропривод / А.Ю. Коняев, В.Л. Мальцев, В.Н. Удинцев // БИ 1984, № 6.
6. А. с. 1241405 МКИ Н 02 Р 7/62 (СССР). Линейный электропривод / А.Ю. Коняев, В.Н. Удинцев, В.А. Алексенцев, В.Л. Мальцев // БИ, 1986, № 24.